图书情报工作
第 64 卷 第 13 期 2020 年 7 月

会话分析视角下虚拟学术社区用户交互行为特征研究*

■ 卢恒 张向先 张莉曼 陶兴
吉林大学管理学院 长春 130022

摘 要：[目的/意义]探索虚拟学术社区用户交互行为的特征，为社区知识服务的建设和平台管理提出参考。[方法/过程]在会话分析理论的基础上，结合运用内容分析、LDA 主题模型和社会网络分析方法对社区的信息交互类型、交互主题特征以及用户交互网络的拓扑结构特征进行分析，从会话交互内容和会话交互关系两个维度揭示虚拟学术社区的用户交互特征。[结果/结论]虚拟学术社区用户交互内容需求与供给存在不均衡现象，用户交互主题结构具有分散性；事实信息、意见和建议是虚拟学术社区中主要的交互信息类型；虚拟学术社区用户交互网络具有小世界效应的特征，但网络结构整体较为分散，并且缺乏高影响力的用户；提出包括保证有效的信息供给、创新社区学术知识服务和改善社区交互功能设计等促进虚拟学术社区用户交互的策略。

关键词：虚拟学术社区 用户交互行为 会话分析 内容分析 社会网络分析
分类号：G250
DOI：10.13266/j.issn.0252-3116.2020.13.012

1 引言

作为学术交流的一个重要组成部分，非正式学术交流是正式学术交流的补充，是知识扩散的重要途径和知识创新的重要源泉之一[1]。传统的非正式学术交流受到了空间与时间的制约，存在影响范围小、信息难以存储以及不便于加工利用等局限。随着信息技术的快速发展和 Web2.0 的普及，虚拟学术社区为科研工作者的非正式交流开辟了新的渠道，允许用户在线获取信息和分享信息，有效地弥补了正式学术交流的不足，体现出用户参与群体多样化、交流过程开放化、信息交流网络动态化、信息存储加工便捷性等特点[2]。虚拟学术社区在一定程度上改变了专业科研人员的信息获取方式和科研工作方式，当前虚拟学术社区的典型代表有国外的 Reasearch Gate、Mendeley、Academia.edu、Cite U-Like 和国内的科学网、小木虫、经管之家等。

尽管虚拟学术社区发展多年，但形成的学术氛围仍不理想，如何吸引用户、如何促进用户进行学术交互的问题有待解决。虚拟学术社区是指供人们搜寻和共享学术信息的在线社交媒体平台[3]，其发展不仅依靠通信和网络技术的支撑，更有赖于用户的高度交互和持续交流。在实践中，通过各种推广和激励措施增加用户的使用率并促进用户的学术信息交流是虚拟学术社区重要的核心业务。因此，分析虚拟学术社区用户交互行为特征，能够帮助把握用户利用虚拟学术社区的规律，在此基础上为社区选择管理策略和推广相关服务提供实践层面的指导，促进社区提升信息交流效果。然而，以往关于虚拟学术社区用户交互行为特征的研究多为描述性的总结和归纳，缺少基于用户交互过程中产生的行为数据从社会学视角对用户交互行为特征进行综合性地揭示。为了深入研究虚拟学术社区用户交互行为特征，笔者以小木虫学术论坛凝聚态物理版块为例，基于会话分析理论，通过交互内容和交互网络两个维度的分析，试图揭示虚拟学术社区用户交互行为背后的社会秩序和规律，为虚拟学术社区可持续发展提供参考。

2 相关研究

2.1 虚拟社区用户交互行为研究

新媒体环境下，不同场景和情境下的虚拟社区具有各自的独特性，这决定了不同的社区具有不同的用

* 本文系国家社会科学基金项目“大数据驱动下学术新媒体知识聚合及创新服务研究”(项目编号:18BTQ085)研究成果之一。
作者简介：卢恒(ORCID:0000-0002-6680-5915)，博士研究生，E-mail:luheng698@163.com；张向先(ORCID:0000-0003-3186-2677)，教授，博士生导师；张莉曼(ORCID:0000-0002-0770-3708)，博士研究生；陶兴(ORCID: 0000-0003-0480-4201)，博士研究生。
收稿日期:2019-12-12 修回日期:2020-03-26 本文起止页码:80-89 本文责任编辑:徐健

户交互行为,有的社区侧重于信息分享,有的社区以咨询为主借此寻求社会和情感支持,而交互行为的差异将极大影响社区成员信息共享与传播效果以及信息质量与可信度[4]。S. Nepal 等[5]认为识别社区中用户的交互模式能更好地帮助社区管理者完成在线社区的个性化推荐功能,同时优化平台模式和运营策略,以增强用户粘性并保持社区的活力。目前,相关学者针对多种虚拟社区展开研究,虚拟社区用户交互行为研究主要集中在信息交互模式、交互网络特征、网络位置与用户交互行为的关系等方面。①在信息交互模式方面,相关学者对不同社区以及同一社区中不同群体出现的信息交互模式进行了探讨,如 W. Jeng 等[6]发现学术问答网站中社会科学、人文学科和自然科学 3 种学科学者的信息交互模式存在异同;王海等[7]对软件开发在线问答网站中的交互过程进行分析,总结出软件开发问题的 7 种类型、8 个要素和 10 种交互方式。②在交互网络特征方面,M. W. Barbosa 等[8]探索了远程教育在线论坛用户交互网络的宏微观拓扑属性、交互模式和演化规律,发现并总结出会计专业学生交互行为随时间变化所呈现的动态演化特征;胡哲等[9]发现突发事件情境下在线健康社区用户交互整体网络表现出小世界效应。③在网络位置与交互行为的关系方面,吴江等[10]发现在线医疗社区中核心成员的行为对其他用户的交互行为有显著影响;陈远等[11]基于二模复杂网络分析共享经济平台用户在不同时期的社会网络位置,通过构建固定效应模型观察个体参与的活跃度对其他个体以及自身行为的影响。

2.2 虚拟学术社区信息行为研究

研究用户在虚拟学术社区中的信息行为有助于平台开发者和相关决策管理机构深入把握虚拟学术社区用户行为的规律,从而对学术社区平台进行优化。现有研究中,虚拟学术社区用户信息行为研究主要集中在用户参与行为、信息交流行为、知识共享行为等方面。①虚拟学术社区用户参与行为包括浏览、评论、回复、创作等社会交互行为以及上传文献资料、项目数据等信息共享行为[12]。用户参与是虚拟学术社区发展的内在驱动力,国外学者围绕 Research Gate、Mendeley 和 Google scholar 等社区用户参与行为的动机及参与方式调查研究较多[13],国内学者针对学术博客[14]和虚拟学术群组[15]等虚拟学术社区展开较多研究。②信息交流行为是指人们通过各种方式和渠道进行信息传播和接受反馈的一系列活动的综合[16]。为掌握非正式学术交流的规律,相关学者对多种学术社交网络信息交流的行为模式和行为影响因素展开研究,主要包括学术组织社群[17]、学术微信[18]、学术社交网站[19]等。③虚拟学术社区知识共享行为是用户交互行为的一部分,是指用户在虚拟学术社区中将自己的显性知识或隐性知识分享给其他用户的行为[20]。知识共享是虚拟学术社区的核心价值所在,虚拟学术社区知识共享的过程要素、影响因素、促进策略和实现机理等方面引起学者们的关注,学者们从多种理论视角展开了相关研究,主要包括社会资本理论[21]、社会交换理论[22]、社会认知理论[23]等。

综上,目前国内外学者围绕新媒体环境下用户交互行为的研究成果正在逐渐增多,现有关于虚拟学术社区用户交互行为的研究多集中在用户信息交流行为的模式与影响因素、用户使用行为的表面特征、知识共享行为等方面,从社会学角度揭示虚拟学术社区用户交互行为特征的研究成果相对较少。因此,笔者在分析虚拟学术社区用户交互行为研究不足的基础上,通过会话分析视角从交互内容和交互关系两个维度针对虚拟学术社区用户参与行为展开研究,以揭示虚拟学术社区用户交互行为特征,为社区系统构建和服务改善提供建议。

3 基于会话分析理论的虚拟学术社区用户交互行为分析

3.1 虚拟学术社区用户交互行为

交互行为是指在给定的情境下两个或多个个体之间进行的沟通行为[24]。本文研究的虚拟学术社区用户交互行为又称为用户信息交互行为,是指在虚拟学术社区情境下用户与其他用户围绕某一主题交换信息的沟通行为,表现为发帖和评论的会话交互。用户与用户的交互行为可以分为通讯交流和协作共享行为,分别对应于用户的信息交流行为和知识共享行为[25]。不同于一般性虚拟社区,虚拟学术社区主要面向科研用户,旨在为用户提供知识交流与学术互动的平台,其定位的独特性使虚拟学术社区用户交互行为在交互内容和交互关系层面的交互特征具有一定的特殊性。一方面,虚拟学术社区具有鲜明的学科主题,具有相同专业背景的用户在交互中往往会使用一些领域专业术语,用户除了讨论学术话题以外还会进行更广泛的非正式信息交流,因此用户的学术需求和社区的学科主题特征使交互内容具有鲜明特征。另一方面,虚拟学

术社区的用户群体受教育程度较高,通常线下相互并不认识,共同的研究兴趣和目标需求将他们汇聚在同一社区中,用户交流旨在解决具体的科研问题或提升科研能力,用户群体的交互动机使用户交互关系具有特殊性。因此,虚拟学术社区用户交互行为的特征需要进一步探索。

3.2 会话分析理论

会话分析理论(conversation analysis theory)是 20 世纪 60 年代诞生于美国的一种社会学研究理论,通过观察自然发生的真实会话揭示人们话语交际的内在组织结构,总结出人类言语交际的规律和模式,并揭示这些规律和模式背后的社会秩序和社会规律[26]。会话分析对社会互动中平常琐碎的会话进行系统研究,其有别于仅从语言学的角度对会话中的语法、语篇、话轮以及话题等语言形式和功能的分析,主要探究会话双方的交互特征以及会话参与者如何控制和调节所谈论的话题。以往的会话分析研究以面对面交流为主,而随着信息技术的发展,针对网络空间会话交互的研究逐渐增多,部分学者探索了会话分析理论在公益微博话语结构[27]、微信群会话交互[28]等方面的应用,而之前基于会话分析理论从社会学视角解释虚拟学术社区用户交互行为的研究成果相对较少。

从会话分析视角基于会话交互内容分析研究会话样本的内容特征和基于会话交互关系分析研究会话样本交流网络结构特征是探索会话内部社会结构的关键[28],结合会话内容和会话关系有助于全面揭示会话中存在的社会规律和行为模式。虚拟学术社区中的每个对话样本都不是简单的文字输入,而是真实会话在网络空间中的呈现,现实社区的各种观念规范必然会渗透到虚拟学术社区并得到体现。会话分析理论认为在人类话语交际的背后存在着一定的社会秩序和社会规律[29],从社会学角度揭示用户会话交互背后的社会秩序和规律有助于深入分析虚拟学术社区中用户交互行为的特征。

3.3 会话分析视角下虚拟学术社区用户交互行为特征

特征是具有代表性的、能象征整体的、容易辨认并且区别于其他事物的标志。不同形式的虚拟社区存在着不同的用户交互行为的模式和特征,而识别这些不同情境和不同场景下用户交互行为的模式和特征对社区发展是有益的[9]。目前,用户交互行为特征揭示主要从交互内容和交互网络两方面进行研究。内容分析方法侧重研究不同类型交互内容的频度与比例,有助于定性识别社区用户交互模式;社会网络分析方法聚焦于探讨社区整体交互网络结构和个体在网络中的位置,有助于对虚拟社区用户交互质量进行量化测量。因此,将社会网络分析与内容分析相结合,有助于全面刻画用户交互行为的特征[30]。如前所述,虚拟学术社区定位和用户群体的独特性使虚拟学术社区用户交互行为在交互内容和交互关系层面具有特殊性。在借鉴相关研究的基础上,本文将虚拟学术社区用户交互行为特征定义为区别于一般社区用户交互行为的特点,是对用户交互内容层面和交互关系层面映射的特征的抽象性概括,反映虚拟学术社区用户交互行为的本质,包含用户交互行为内容特征和用户交互行为网络特征。其中内容特征包括信息分布特征和主题特征,网络特征包括整体特征和个体特征。

用户交互行为内容特征和网络特征分别对应会话分析的两个维度,即会话内容分析和会话关系分析。此外,会话分析研究强调对自然的语料进行不带有任何先设动机的观察,是以真实语料观察为基础的自下而上的归纳,而不是由某种理论假设出发的自上而下的演绎[26]。这种研究路径不会受先入为主的研究假设的影响,得到的研究发现是对真实会话的客观呈现。因此,本文基于会话分析理论,从会话交互内容和会话交互关系两方面探索虚拟学术社区用户交互行为的特征和规律。

4 研究设计

4.1 数据采集及预处理

小木虫学术研究互动社区是目前中国互联网最大的学术科研站点之一,其用户通过搜索、浏览、发帖和回帖的形式参与知识交流和学术互动,用户以科研人员、在读研究生为主。本研究选取小木虫学术科研论坛中学术领域性较强的“凝聚态物理”版块的交互会话为数据源。版块中的话题通常称为帖子,根据发布时间及回复关系可分为根贴和回帖,在论坛版块中发起新话题的帖子称为根贴,而回复根贴以及参与互动讨论的帖子称为回帖。利用 python 编写的爬虫程序爬取小木虫社区“凝聚态物理”版块自 2009 年 8 月 20 日至 2019 年 5 月 25 日的全部数据,原始数据集的 14 581 条帖子包括 2 252 条根贴和 12 329 条回帖。数据集的关键信息包括根贴题目、根贴内容、根贴发帖时间、发帖人用户名、回帖内容、回帖时间、回帖人用户名等。在数据预处理时,清洗掉数据集中内容被屏蔽、含有重复、无意义或缺项数据的帖子。经过数据清洗后最终

得到 2 091 条根贴和 10 425 条回帖。

4.2 研究方法

相关研究表明[4,31-33]，使用混合研究方法和多种研究方法，从内容和关系两个维度展开分析，有助于更加深入和细致地理解社区成员之间的交互行为，因此本研究采用内容分析、主题分析与社会网络分析相结合的研究方法。在数据分析之前，首先进行数据预处理，基于领域词典采用中文分词组件 jieba 提取文本关键词和标注文本词性。一方面，从交互内容出发对用户生成内容进行分析，借鉴已有文献的交互过程编码框架进行内容分析，并基于 gensim 中的 LDA 主题模型进行主题分析；另一方面，从交互关系出发对论坛成员间的会话关系进行社会网络分析和可视化，使用复杂网络分析软件 Gephi 计算网络密度、平均路径长度、聚类系数等指标和中心性分析。本文的研究流程如图 1 所示：

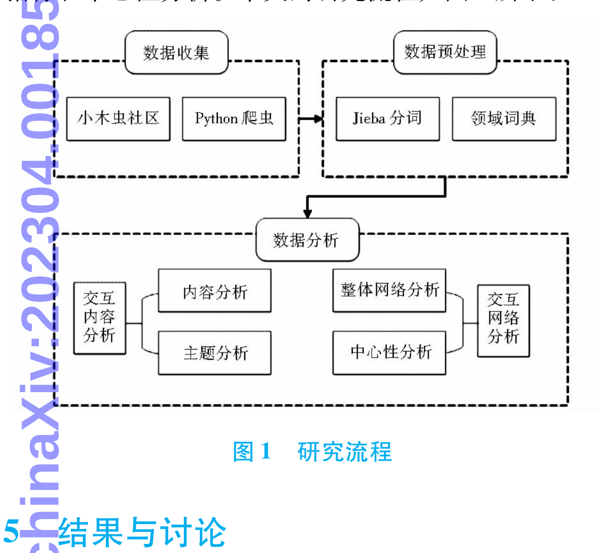


图 1　研究流程

5 结果与讨论

5.1 虚拟学术社区用户交互内容特征分析

5.1.1 交互过程分析

内容分析首先需要抽取样本，遵循以下原则：①样本量与已有文献中的样本数量相当，可进行人工编码；②样本应该包含帖子较多的大型会话和帖子较少的小型会话；③样本选择具有随机性。最终抽取 113 条根贴和 471 条回帖作为内容分析样本，分析单位为单条帖子。基于对原始资料的初步分析，发现虚拟学术社区用户交互的目的主要包括解决学术或学习中的具体问题、寻求文献、图书和课件等学术资源以及人脉资源、表达压力或谢意的个人情感等。运用归纳法确定任务信息类交互的编码指标，基于对样本帖子的分析和参考文献，划分为提供或请求建议、意见、事实信息、个人经历、推荐和人际网络 12 类。运用演绎法确定情感交互的指标编码，采用美国心理学家 A. R. Plutchik 的情绪轮理论[34]，该理论将情绪分为包括快乐与悲伤、愤怒与恐惧、信任与厌恶、惊喜与期待在内的 8 种基本情绪派别，这 8 种基本情绪实质上是两组对立意义的情绪，即积极情感和消极情感两类。由于用户在虚拟学术社区中极少出现惊诧、憎恨等强烈情绪，因此本文根据文本倾向性选取两组对立意义的情感进行编码，即友好/团结和不友好/敌意 2 类。最终，本文在参考 R. F. Bales[35] 的交互过程编码框架以及王雪芬等[4] 的论坛交互过程分析框架和归纳演绎的基础上，结合小木虫学术社区的特点确定虚拟学术社区用户交互过程编码方案，包括任务信息和社交情感 2 大类，细分为 14 小类，见表 1。为了保证编码效度，针对两名参与编码的成员展开培训，解释编码规则和标准，同时保证每位成员的编码工作相互独立，互不干扰。在编码信度方面，选择 cohen's kappa 系数检验编码的一致性。本研究中编码结果的一致性检验系数为 0.872，大于 0.75，表明信度较好。对于存在分歧的编码结果引进一名新的成员共同讨论分析，直到最终达成共识。

意义单元是可以独立存在且可以表达完整思想的观点单元[36]，根据研究需要，当多个同类意义单元在同一帖子出现时仅统计一次。本文依据内容编码结果，通过对样本中任务信息类和社交情感类的意义单元进行统计，共发现了 664 个意义单元，统计结果如图 2 所示。结果表明，社区用户发起会话的主要目的是请求事实信息（31.25%）、请求意见（16.88%）、请求推荐（15.00%）和请求建议（11.25%）。会话发起者在请求任务信息的同时也分享相关信息，主要是提供事实信息（5.63%）、提供个人经历（10.63%）、提供人际网络（1.88%）。回帖中频次较高的意义单元是表达看法（17.15%）、提供事实信息（15.69%）和提供建议（7.74%）；其次是提供相关资源（6.28%）、提供个人经历（5.44%）以及提供联系方式以便后续联系（3.77%）。此外，回帖还会在交互过程中请求相关信息，以进一步深入会话交流，主要是请求事实信息（8.37%）、请求推荐（7.32%）和请求意见（5.23%）；其次是请求个人经历（3.97%）、请求建议（2.72%）和请求人际网络（1.67%）。用户极少在社区中专门以寻求情感支持为目的发起会话，更多的是在寻求信息或讨论的同时表达友好的情感诉求（18.4%）。回帖中频次最高的意义单元是表达积极情感（13.39%），主要是向资源的提供者和问题的解答者表达感谢，以及对其他用户科研生活的鼓励和祝福；同时也有少量帖子表达了消极情绪（1.26%），如表达帖子无人应答的焦虑和紧张情绪。

表 1　虚拟学术社区用户交互过程分析编码框架

一级类目	二级类目	编码	解释说明
任务信息类	提供建议	P1	任何提供关于如何执行任务的行动方案的行为
	提供意见	P2	任何提供对事物问题的看法或判断的行为
	提供事实信息	P3	任何提供事实观察资料或事实经验的行为,如现有信息、数据以及确定的知识
	提供个人经历	P4	任何提供用户自我披露信息的行为
	提供推荐	P5	任何提供任务相关资源或帮助的信息线索的行为
	提供人际网络	P6	任何提供同伴或其他任务相关人的行为
	请求建议	R1	任何咨询关于如何执行任务的行动方案的行为
	请求意见	R2	任何咨询对事物问题的看法或判断的行为
	请求事实信息	R3	任何咨询事实观察资料或事实经验的行为,如现有信息、数据以及确定的知识
	请求个人经历	R4	任何咨询相关个人经历信息的行为
	请求推荐	R5	任何寻求任务相关资源或帮助的信息线索的行为
	请求人际网络	R6	任何寻找同伴或其他任务相关人的行为
社交情感类	友好/团结	S1	帖子中包含表达正面情感的用语,例如表达友好、鼓励、祝福、赞赏、感谢、放松和满足等用语
	不友好/敌意	S2	帖子中包含表达负面情感的用语,例如表达愤怒、贬损、攻击、嘲讽、沮丧、焦急和紧张等用语

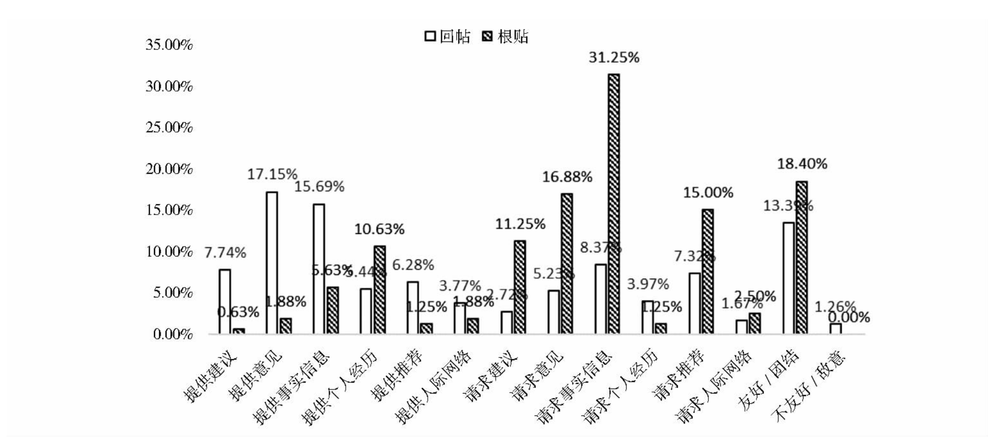


图 2　帖子中各类意义单元统计结果

注:横坐标表示意义单元类型,纵坐标为各类意义单元频次与意义单元总数的比值

虚拟学术社区中根贴与回帖的信息分布特征如表 2 所示,总的来说,虚拟学术社区的用户交互以学术任务类信息交互为主,更倾向于信息需求的表达,表明虚拟学术社区用户交互行为更注重学术性特征,兼有社交性的特征。事实信息、意见和建议是 3 种主要的交互信息类型,这与其他虚拟社区[4,37]的研究结果一致,用户主要通过这三类信息的交互实现学术信息交流。同时,用户信息交互比较注重文献、图书和课件等学术资源的推荐和分享,以及用户在其科研和学习过程中的个人经历的交互。根贴和回帖在交互内容上各有侧重,也存在一些共同点。在请求任务信息类中,根贴和回帖都更注重寻求事实信息、推荐和意见。在提供任务信息类中,根贴侧重提供个人经历和附加相关事实信息,而回帖则侧重提供意见、事实信息和建议,原因可能是会话发起者通过提供更多的事实信息以更好的表达他们的信息需求,自我披露个人经历可以吸引更多的人来参与会话。在情感类中,在识别出的社交情感类帖子中无论是会话发起者还是会话参与者都更倾向于向其他用户展示正面的、积极的情绪,表现出较好的社交礼仪。虚拟学术社区是基于共同的学术主题而建立的,用户以约定俗成的学术习俗规范和礼仪性的网络伦理规范为约束进行会话交互。

5.1.2　交互主题分析

LDA(latent dirichlet allocation)主题模型是一种具有三层变参数层次的贝叶斯模型,模型包括词语、主题和文档 3 个层次,可以从文本内容中得到离散的主题[38]。为了进一步分析交互内容的主题特征,本文依据分词结果,运用主题模型工具包 Gensim 中的 Lda Model 函数识别用户交互内容中的主题,每个主题中包含若干个特征词的概率分布情况,受篇幅限制,本文仅列出 16 个潜在主题的前 10 个特征词概率分布情况,见图 3。

表 2　根贴与回帖的信息分布特征

意义单元类型	根贴	回帖
全部意义单元	任务信息类(91.46%)＞社交情感类(8.54%)	任务信息类(85.35%)＞社交情感类(14.65%)
任务信息类	请求信息类(78.13%)＞提供信息类(21.9%)	提供信息类(56.07%)＞请求信息类(29.28%)
请求任务信息类	事实信息＞意见＞推荐＞建议＞人际网络＞个人经历	事实信息＞推荐＞意见＞个人经历＞建议＞人际网络
提供任务信息类	个人经历＞事实信息＞人际网络＞意见＞推荐＞建议	意见＞事实信息＞建议＞推荐＞个人经历＞人际网络
社交情感类	友好/团结＞不友好/敌意	友好/团结＞不友好/敌意

```
[(0, '0.106*"物理" + 0.029*"凝聚态" + 0.028*"专业" + 0.018*"物理学" + 0.015*"教材" + 0.015*"学" + 0.013*"基础" + 0.013*"大学" + 0.013*"放电" + 0.013*"老师"'),
(1, '0.071*"超导" + 0.048*"积分" + 0.038*"值" + 0.035*"波函数" + 0.030*"宽度" + 0.028*"散射" + 0.023*"带隙" + 0.023*"关系" + 0.020*"超导体" + 0.020*"高温"'),
(2, '0.067*"激光" + 0.044*"光" + 0.035*"峰" + 0.034*"谱" + 0.026*"脉冲" + 0.025*"波长" + 0.022*"光谱" + 0.022*"光纤" + 0.021*"吸收" + 0.020*"度"'),
(3, '0.032*"单位" + 0.031*"质量" + 0.019*"率" + 0.018*"磁" + 0.016*"信号" + 0.013*"拉曼" + 0.012*"激光器" + 0.011*"得到" + 0.010*"光源" + 0.010*"输出"'),
(4, '0.078*"薄膜" + 0.047*"测量" + 0.044*"方法" + 0.033*"磁控溅射" + 0.030*"溅射" + 0.027*"测" + 0.025*"靶材" + 0.022*"厚度" + 0.021*"测试" + 0.019*"样品"'),
(5, '0.059*"温度" + 0.051*"磁场" + 0.031*"电子" + 0.024*"磁性" + 0.024*"下" + 0.023*"粒子" + 0.021*"磁矩" + 0.018*"作用" + 0.016*"拟合" + 0.016*"产生"'),
(6, '0.030*"做" + 0.018*"问题" + 0.016*"实验" + 0.016*"想" + 0.015*"好" + 0.014*"没有" + 0.013*"一下" + 0.013*"知道" + 0.011*"比较" + 0.010*"说"'),
(7, '0.045*"物质" + 0.042*"真空" + 0.038*"分子" + 0.031*"方向" + 0.021*"压力" + 0.019*"长度" + 0.018*"正" + 0.016*"分离" + 0.016*"拓扑" + 0.016*"绝缘体"'),
(8, '0.682*"" + 0.006*"求助" + 0.005*"回帖" + 0.005*"引用" + 0.005*"谢谢" + 0.004*"知道" + 0.003*"问题" + 0.003*"一下" + 0.003*"请问" + 0.003*"求"'),
(9, '0.024*"能量" + 0.015*"应该" + 0.014*"上" + 0.014*"需要" + 0.012*"电子" + 0.011*"频率" + 0.011*"光子" + 0.011*"原子" + 0.010*"是" + 0.010*"离子"'),
(10, '0.086*"自旋" + 0.076*"\u3000" + 0.048*"矩阵" + 0.046*"耦合" + 0.040*"判断" + 0.039*"石墨" + 0.036*"轨道" + 0.034*"电" + 0.031*"烯" + 0.024*"边缘"'),
(11, '0.059*"晶体" + 0.043*"衍射" + 0.039*"极化" + 0.037*"光学" + 0.029*"光栅" + 0.023*"射频" + 0.019*"折射率" + 0.019*"电源" + 0.019*"反射" + 0.017*"沉积"'),
(12, '0.098*"找" + 0.067*"工作" + 0.042*"化学" + 0.037*"装置" + 0.035*"应用" + 0.031*"本书" + 0.030*"介质" + 0.024*"答案" + 0.021*"算" + 0.020*"磁性材料"'),
(13, '0.496*"" + 0.263*"\xa0" + 0.004*"年" + 0.004*"月" + 0.004*"附近" + 0.004*"高斯" + 0.004*"电池" + 0.003*"太阳能" + 0.003*"漫反射" + 0.003*"日"'),
(14, '0.024*"电子" + 0.023*"半导体" + 0.021*"结构" + 0.020*"材料" + 0.019*"金属" + 0.019*"电阻" + 0.018*"电场" + 0.018*"电流" + 0.017*"效应" + 0.016*"量子"'),
(15, '0.062*"固体物理" + 0.048*"介电常数" + 0.039*"理论" + 0.037*"量子力学" + 0.032*"能带" + 0.028*"计算" + 0.024*"声子" + 0.023*"常数" + 0.019*"电容" + 0.015*"数据"')]
```

图 3　16 个主题中前 10 个特征词概率分布

图 3 表明，基于 LDA 识别的 16 个主题是由凝聚态物理领域中出现词汇概率较高的特征词所构成的集合，每个主题可视为社区用户交互的会话热点。主题之中有部分重复的特征词，但各个主题之间的边界基本清晰，根据每个主题的特征词并且咨询相关领域专家，推断出这 16 个主题的标签：物理教材、超导物理、激光光学、凝聚态理论经典文献、磁控溅射、实验问题、求助咨询、请求感谢、磁学、拓扑绝缘体、石墨烯、X 射线衍射、电池、硕博升学、量子霍尔效应、固体物理。主题 2、主题 3、主题 5、主题 9、主题 10、主题 11、主题 12、主题 14、主题 15 代表了凝聚态物理的各个研究方向和重要概念，表明虚拟学术社区"凝聚态物理"版块需要向用户提供有效的主题引导系统。主题 7 和主题 8 中"着急""求助""谢谢"等特征词表明学者在虚拟学术社区中有较强烈和急切的求助交流欲望。主题 13 中"工作"特征词表明虚拟学术社区中用户交互主题除了学术研究相关的主题，还包括诸如硕博升学、求职等生活方面相关的主题。主题 1 中"教材""基础""大学"等特征词表明用户比较注重图书、课件和文献等学术资源的交互，验证了正式文献对非正式学术交流的补充和促进。网络社区秩序与现实社会秩序不同，但虚拟学术社区用户交互行为具有社会性，其行为目的、作用对象和处理方式均受到现实社会环境的影响[39]。由于非正式学术交流的开放性以及学科领域的复杂性，用户交互主题呈现出分散的特征，不仅包括例如超导物理、固体物理、光学、磁学等研究领域的主要方向，还包括求职招聘、硕博升学、以及求学期间的个人情感和压力问题等科研生活方面相关的主题。此外，受到学术社区规范和学科"契约"的影响，用户交互主题结构不会随时间的变化剧烈改变，具有相对稳定性。

5.2　虚拟学术社区用户交互的网络结构特征分析

社会网络分析将现实复杂网络中个体及关系抽象成节点与节点的连线，对网络拓扑关系的结构和属性进行分析。为了从网络结构视角探究虚拟学术社区用户交互行为，本研究基于论坛成员之间的会话关系，以所有参与会话的用户为节点，以用户之间的交互关系为边，以回复次数为关系强度，构建由 4 846 个节点和 5 956 条边构成的虚拟学术社区用户会话交互网络，通过 Gephi 绘制网络图，如图 4 所示：

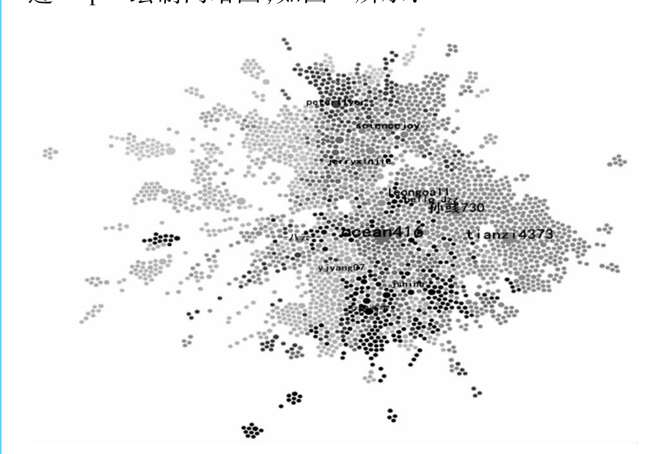


图 4　虚拟学术社区用户交互网络

5.2.1　交互网络整体形态分析

网络密度反映社区群体成员之间的联系紧密程度和群体的结构形态。经计算得到该网络的网路密度为

0.001,说明虚拟学术社区用户交互网络较为稀疏,表现出弱连接和多中心化的特点,此结论与吴江等[10]对在线医疗社区用户交互网络的研究、王雪芬等[4]对虚拟求职社区用户交互网络的研究所得出的结果一致。导致交互网络稀疏的原因可能与样本数据来源、社区特征和用户交互特点有关。①样本数据来自小木虫社区的“凝聚态物理”版块 2009 – 2019 年 10 年间的全部数据,专业学科领域的限制导致用户数和交互数据量相对较小,而相较于小木虫论坛中如投稿和生活交流等一般性讨论版块,“凝聚态物理”版块的准入门槛较高,导致用户参与和交互活动较少。②与学术博客、学术微信群等其他学术社交网络相比,虚拟学术社区采用用户匿名交流的规则,并且具有“陌生人交际空间”的特征,在虚拟环境中成员之间大多不熟悉,彼此信任不足,导致交互网络稀疏;③与一般性虚拟社区相比,虚拟学术社区用户通常只关心社区中与自己学术信息需求相匹配的帖子信息,仅与少量的用户产生关系,导致整个社区中用户联系程度不紧密。由图 2 可以看出,少数节点周围具有较为密集的连接,如“孙彧 730”“tianzi4373”“夕阳西下”“ocean416”等与网络中其他节点的联系较为紧密,形成了集中性的局部网状结构;同时,大部分节点周围连线较少,处于网络边缘状态,整个网络呈现出松散的网络结构,这与分散的交互主题结构结论相一致。虚拟学术社区以鲜明的学术主题吸引有共同研究兴趣的成员参与其中,鲜明的主题可以延伸和扩展出多样和复杂的话题,用户在社区中寻找自己感兴趣的话题发生小型的交互会话,导致网络结构特征与交互主题结构性相吻合。

在已有的社交媒体学术信息交流相关研究中,学术微信群会话网络密度为 0.055[28],学术博客学科推荐和评论网络密度分别为 13.173 和 8.283[40]。会话分析认为人与人之间的互动对话有其自身互动生成的内在秩序,会话交互行为受到会话参与者对交际秩序的认识的影响[26]。不同的学术新媒体具有各自的平台属性和互动规则,其背后存在的社会秩序也有所不同,导致学术信息交流网络密度不同。学术微信群的成员存在着天然的等级划分,不同身份和地位的成员拥有相应的等级话语权,成员的信息表达意愿更多受到群体压力以及与其他成员之间熟悉度和信任度的影响[28],对学术微信群交际秩序的认识影响了成员的会话交互行为,因此学术微信群会话网络较为稀疏。学术博客的用户通过发布个人信息、更新日志、评论及推荐转发等方式进行学术身份创建和形象管理[40],用户以实名制的学术身份在学术博客中与其他学者交流,形成良好的社区秩序,因此学术博客交流网络平均密度较大。虚拟学术社区的用户在相对平等、开放的交流环境中进行匿名会话交互,没有固定的交流规则,形成的社区内在秩序较为自由和随意,用户之间的关系不如学术微信群成员和学术博客用户之间的关系紧密。

小世界效应的特性是网络具有接近于随机网络的平均路径长度以及大于随机网络的聚集系数。为进一步证实该网络信息流通是否通畅,本文构建 3 个具有相同节点数 4 846 及平均边数 2.458 的随机网络,通过比较相关网络参数以验证网络的小世界效应,相关网络参数及对比结果如表 3 所示。其中 S 为网络的小世界测度,其公式为 S = Cactual/Crandom ÷ Lactual/Lrandom。若 S 大于 1,则认为该网络具有小世界效应。

表 3 虚拟学术社区网络与三个随机网络的网络参数结果与对比

网络名称	平均路径长度(Lrandom)	聚集系数(Crandom)	社区网络平均路径长度(Lactual)	社区网络聚类系数(Cactual)	测度 S
随机网络 1	1.478	0.000	2.946	0.002	>1
随机网络 2	1.501	0.000	2.946	0.002	>1
随机网络 3	1.486	0.000	2.946	0.002	>1

由表 3 可知,测度值 S 大于 1,因此认为该网络中存在小世界效应,网络稳定性较好。学科研究既体现出继承性和不断形成共识的特征,也体现出创新性和不断变换的特征,随着时间的推移用户交互主题具有相对稳定性,故而交互网络也具有良好的稳定性。虚拟学术社区用户交互网络的平均路径长度为 2.946,表示网络中任意两个用户之间最多通过其他 3 个用户即可取得联系,符合“六度分割理论”,这说明虚拟学术社区用户会话交互网络构成的交流环境较好,信息可以在社区中较快传播,用户间有便捷的交流方式。一方面,虚拟学术社区平台设有专门的管理员,既维护平台的有序与稳定,又能对用户的交互行为加以约束,形成外部的规范制度;另一方面,虚拟学术社区以其鲜明的学科主题吸引理念和目标一致的人员广泛参与,在社区成员的交流活动中形成内部的社区文化,而社区文化反过来也会影响用户交互行为。在内部文化和外部规范的共同作用下,虚拟学术社区形成了良好的交流氛围和社区秩序。

5.2.2 交互网络中心性分析

网络中心势表示整个网络向中心聚集的程度,用

来判断网络是否依赖少部分节点,包括节点中心势和中介中心势;节点中心度表示行动者在网络中的地位及影响分布,包括节点中心度和中介中心度,中心度越高的节点越处于优势地位。从群体中心性特征来看,该网络的出度中心势为0.193%,表明用户参与度较低且比较分散,虚拟学术社区呈现出“去中心化”的结构特征。该网络的中介中心势为0.02%,表明社区资源被个别节点控制的可能性很小,节点间的联系较分散。从个体中心性特征来看,网络点出度和点入度的平均值为1.229,度数小于3的节点数分别占比92%和89%,表明绝大多数用户的活跃度偏低,缺少高影响力的用户。网络中仅4.765%的用户具有较高的中介中心度(相对中介中心度为1),充当沟通其他用户的纽带。中介中心度为0的用户占比94%,这表明社区用户会话交互的积极性不高,绝大多数用户属于边缘会话参与者,缺少足够的核心会话参与者,符合社会现象中的二八定律。这可能是与虚拟学术社区用户会话交互的功利性目的和用户急躁的求助心理有关。会话分析认为会话是一种有目的的社会实践活动,虚拟学术社区用户会话交流的主要目的是满足对某一方面知识的需求,而相对应的成本是贡献出自己某一方面的知识或经验[41],用户在达成交互目的后通常会终止会话。

5.3 研究发现

在会话分析理论的指导下,对虚拟学术社区用户交互行为进行交互内容分析、交互主题分析和交互网络分析,得出以下结论:①在会话内容方面,用户交互内容体现出需求与供给不均衡的特征;用户交互信息类型以事实信息、意见和建议为主;用户的功利性和急躁的求助心理极大地影响了其参与社区互动的方式。用户期望通过会话交互在虚拟学术社区中取得物质和精神上的社会支持,交互过程以分享和寻求相关学术信息与资源为主,提供与寻求心理情感支持为辅。②在会话关系方面,尽管存在小世界效应,但虚拟学术社区用户交互关系较为松散,并且绝大多数会话参与者的活跃度较低,缺少足够的核心会话参与者。虚拟学术社区核心成员一般具有较丰富的社交经验和专业知识,能够引出新的论题,解决问题的能力较强,而边缘成员处于围观状态,主要是接受和浏览信息,极少发表自己的观点参与帖子互动。③对交互主题进行研究发现,学术研究的复杂性和非正式交流的开放性导致用户交互主题的多样性,涵盖学术和非学术等相关主题,交互主题结构的这种多样性特征与交互网络稀疏分散的特性相吻合;用户群体及交互行为的特点使交互主题结构具有一定的稳定性,学术主题结构的稳定性与用户交互网络良好的稳定性相吻合。

5.4 促进虚拟学术社区用户交互的策略

根据虚拟学术社区用户交互行为特征,提出有针对性的参考策略,以促进虚拟学术社区用户交互。①保证有效的信息供给。针对虚拟学术社区整体凝聚力和互动性仍然较弱的问题,社区运营方应深入探索鼓励用户在线交互的方法,例如通过策划线下活动以刺激成员在线交互,吸引更多的用户进入社区,同时引入更多的领域专家和学者入驻社区,提供充足且优质的学术信息资源,并且重视社区核心成员的价值,尽可能发挥社区核心成员的引导能力。②创新社区学术知识服务。由于虚拟学术社区用户交互主题具有分散性,且用户会话交互以分享和寻求相关学术信息与资源为主,社区知识服务应该考虑到用户群体的特殊性和学术社区的领域性,着力满足用户的学术信息需求,例如提供可满足用户主题扩展和主题深化需求的知识导航服务,促进用户持续性、渐进性的知识探索;建立学术信息资源中知识元之间的链接体系,解决社区知识碎片化的问题。③改善社区交互功能设计。在会话交互过程中用户可能希望将信息定向传达给其他用户,但目前虚拟学术社区无法满足用户类似的交互需求。虚拟学术社区应该考虑采用更广泛的互动方式,以满足用户多样化的交互需求,例如借鉴一般社交媒体的@功能可以实现用户间一对一的沟通。此外,与一般的UGC不同,虚拟学术社区的学术会话具有较长的生命周期,即使过了一段时间仍有供用户利用的价值。社区运营者应加强信息内容的引导,例如采用特色主题帖子的轮换方案,确保用户可以参与较早的会话。

6 结语

网络社区是现实社会的延伸,虚拟学术社区用户交互行为在非正式学术交流过程中体现出强烈的内在社会秩序和社会语言现象规律。笔者以会话分析理论为基础,结合运用内容分析、LDA主题模型和社会网络分析方法对社区的信息交互类型、交互主题特征以及交互网络拓扑结构特征进行了分析。

本研究的创新点及意义在于:①以往研究缺少对虚拟学术社区用户交互行为特征的深入分析,本研究基于会话分析理论探索虚拟学术社区中用户交互行为的内容特征和网络特征,并从社会学角度解读用户会

话交互背后的社会秩序,获得了虚拟学术社区中用户交互行为在会话内容、会话关系和会话主题等方面特征和规律的一些新发现和研究结论,丰富了网络用户行为特征、行为规律方面的理论研究,为网络环境下的信息行为进一步探索和理论构建提供一定的参考;②结合运用内容分析、社会网络分析等方法,从会话内容和会话关系两个维度对虚拟学术社区用户交互行为特征进行分析,克服了以往研究单一维度揭示行为特征的局限,全面深入地了解虚拟学术社区用户交互行为,为虚拟社区用户行为研究提供方法借鉴;③根据研究结果提出的社区发展策略具有一定针对性和可信度,能够帮助运营商优化知识服务并促进社区用户交互,增强了研究结果的实践价值。

本研究仍存在一定的局限性,首先,仅选取了中文虚拟学术社区小木虫论坛进行研究,后续还需验证研究结论在英文虚拟学术社区环境下的适用性;其次,仅选择了"凝聚态物理"这一自然科学领域的用户交互数据,而人文社会科学虚拟学术社区中用户交互行为内容特征和网络结构特征如何有待进一步研究;最后,仅从静态结构角度分析了社区信息交流的特征,未来研究中将进一步揭示用户交互行为随时间呈现的动态演化特征和规律。

参考文献:

[1] 巴志超, 李纲, 谢新洲. 网络环境下非正式社会信息交流过程的理论思考[J]. 图书情报知识, 2018(2): 86-94.
[2] 贾新露, 王曰芬. 学术社交网络的概念、特点及研究热点[J]. 图书馆学研究, 2016(5): 7-13.
[3] 孙思阳, 张海涛, 任亮, 等. 虚拟学术社区用户知识交流行为研究综述[J]. 情报科学, 2019, 37(1): 171-176.
[4] 王雪芬, 朱庆华, 常李艳, 等. 虚拟求职社区的用户交互行为特点——以应届生求职论坛为例[J]. 图书情报工作, 2018, 62(10): 62-69.
[5] NEPAL S, PARIS C, POUR P A, et al. Interaction-based recommendations for online communities[J]. Acm transactions on internet technology, 2015, 15(2):1-21.
[6] JENG W, DESAUTELS S, HE D, et al. Information exchange on an academic social networking site: a multidiscipline comparison on researchgate q&a[J]. Journal of the Association for Information Science and Technology, 2017, 68(3): 638-652.
[7] 王海, 彭鑫, 于涵, 等. 社交化软件开发问答中的交互过程研究[J]. 计算机应用与软件, 2017, 34(5): 1-11.
[8] DA SILVA L F C, BARBOSA M W, GOMES R R. Measuring participation in distance education online discussion forums using social network analysis[J]. Journal of the Association for Information Science and Technology, 2019, 70(2): 140-150.
[9] 胡哲, 查先进, 严亚兰. 突发事件情境下在线健康社区用户交互行为研究[J]. 数据分析与知识发现, 2019, 3(12): 10-20.
[10] 吴江, 施立. 基于社会网络分析的在线医疗社区用户交互行为研究[J]. 情报科学, 2017, 35(7): 120-125.
[11] 陈远, 刘福珍, 吴江. 基于二模复杂网络的共享经济平台用户交互行为研究[J]. 数据分析与知识发现, 2017, 1(6): 72-82.
[12] 张敏, 田松瑞, 张可. 中文网络学术社区用户参与行为的实证分析[J]. 图书情报知识, 2019(4): 82-93, 121.
[13] ELSAYED A M. The use of academic social networks among arab researchers: a survey[J]. Social science computer review, 2016, 34(3): 378-391.
[14] 王曰芬, 贾新露, 傅柱. 学术社交网络用户内容使用行为研究——基于科学网热门博文的实证分析[J]. 现代图书情报技术, 2016(6): 63-72.
[15] 刘晓娟, 刘新哲. 虚拟学术群组特征研究——以用户为分析视角[J]. 图书情报工作, 2015, 59(24): 83-92.
[16] 周佳莹, 娄策群. 数字化环境下高校图书馆用户信息行为分析[J]. 图书馆学研究, 2018(8): 55-59, 87.
[17] 赵康. 学术组织社群网络信息交流特征及结构演变[J]. 图书情报工作, 2017, 61(14): 99-108.
[18] 刘慧云, 伍诗瑜. 微信用户学术信息交流行为影响因素研究[J]. 图书馆学研究, 2018(15): 64-75.
[19] GOODWIN S, JENG W, HE D. Changing communication on researchgate through interface updates[J]. Proceedings of the American Society for Information Science and Technology, 2014, 51(1): 1-4.
[20] 黄维, 赵鹏. 虚拟社区用户知识共享行为影响因素研究[J]. 情报科学, 2016, 34(4): 68-73, 103.
[21] KORANTENG F N, WIAFE I. Factors that promote knowledge sharing on academic social networking sites: an empirical study[J]. Education and information technologies, 2019, 24(2): 1211-1236.
[22] LIN M J J, HUNG S W, CHEN C J. Fostering the determinants of knowledge sharing in professional virtual communities[J]. Computers in human behavior, 2009, 25(4): 929-939.
[23] CHEN C-J, HUNG S-W. To give or to receive? Factors influencing members' knowledge sharing and community promotion in professional virtual communities[J]. Information & management, 2010, 47(4): 226-236.
[24] 赵玲. 虚拟社区成员参与行为的实证研究[D]. 华中科技大学, 2011.
[25] 陈朝晖, 孙茜. 基于用户交互的网络服务及其在图书馆的应用研究[J]. 图书情报工作, 2006(10): 11-13, 18.
[26] 吴亚欣, 于国栋. 为会话分析正名[J]. 山西大学学报(哲学社会科学版), 2017(1): 85-90.
[27] 卢晓静. 会话分析理论视角下的公益微博话语结构研究[J]. 武汉船舶职业技术学院学报, 2018, 17(1): 118-122.
[28] 巴志超, 李纲, 毛进, 等. 微信群内部信息交流的网络结构、行为及其演化分析——基于会话分析视角[J]. 情报学报,

2018, 37(10): 1009 - 1021.
[29] 孙迎晖. 会话分析研究方法的新特征及其影响[J]. 外语学刊, 2018(6): 41 - 46.
[30] 何文涛, 王亚萍, 毛刚. 智慧教室环境下协作学习的交互特征分析——基于 iis 图分析与社会网络分析的视角[J]. 远程教育杂志, 2018, 36(3): 75 - 83.
[31] RIENTIES B, TEMPELAAR D, VAN DEN BOSSCHE P, et al. The role of academic motivation in computer-supported collaborative learning[J]. Computers in human behavior, 2009, 25(6): 1195 - 1206.
[32] CELA K L, SICILIA M Á, S NCHEZ S. Social network analysis in e-learning environments: a preliminary systematic review[J]. Educational psychology review, 2015, 27(1): 219 - 246.
[33] 李纲, 王馨平, 巴志超. 微信群中会话网络结构及用户交互行为分析[J]. 情报理论与实践, 2018, 41(10): 124 - 130,114.
[34] PLUTCHIK A R. General psychoevolutionary theory of emotion [M]. New York: Academic Press, 1980.
[35] BALES R F. Interaction process analysis; a method for the study of small groups[J]. Addison-wesley, 1950, 68(2):66 - 71.
[36] GROB L M, MEYERS R A, SCHUH R. Powerful/powerless language use in group interactions: sex differences or similarities? [J]. Communication quarterly, 1997, 45(3): 282 - 303.
[37] GRIESBAUM J, MAHRHOLZ N, VON L WE KIEDROWSKI K, et al. Knowledge generation in online forums: a case study in the german educational domain[J]. Aslib journal of information management, 2015, 67(1): 2 - 26.
[38] BLEI D M, NG A Y, JORDAN M I. Latent dirichlet allocation [J]. Journal of machine learning research, 2003, 3(4/5): 993 - 1022.
[39] 张耀辉, 卢爽, 刘冰. 用户信息交互过程中影响信息质量的因素分析[J]. 情报理论与实践, 2012, 35(6): 12 - 15.
[40] 许鑫, 翟姗姗, 姚占雷. 学术博客的学科交互实证分析——以科学网博客为例[J]. 现代图书情报技术, 2015(Z1): 13 - 23.
[41] 严贝妮, 叶宗勇. 环境因素对虚拟社区用户知识共享行为的作用机制研究[J]. 情报理论与实践, 2017, 40(10): 74 - 79.

作者贡献说明：
卢恒：论文撰写，数据处理分析；
张向先：论文结构框架设计；
张莉曼：数据收集与整理；
陶兴：论文图表绘制与校对。

Study on User Interaction Characteristics in Virtual Academic Community from the Perspective of Conversation Analysis

Lu Heng Zhang Xiangxian Zhang Liman Tao Xing
School of Management, Jilin University, Changchun 130022

Abstract: [**Purpose/significance**] This study aims to explore the characteristics of community user interaction, and propose useful references for community knowledge service construction and platform management. [**Method/process**] Based on the theory of conversation analysis, using content analysis, LDA theme model and social network analysis methods, this paper analyzed the information interaction type, interaction theme and topology structure of information interaction network, and revealed the user interaction characteristics of virtual academic community from two dimensions of conversation interactive content and conversation interaction relationship. [**Result/conclusion**] The demand and supply of user interaction content in virtual academic community is unbalanced, and the topic structure of user interaction is decentralized; factual information, opinions and suggestions are the main types of interaction information in virtual academic community; the user interaction network in virtual academic community has the characteristics of small world effect, but the network structure is relatively decentralized, and lacks high influential users; this paper proposes strategies including ensuring effective information supply, innovation of community academic knowledge service and improvement of community interaction function design to promote virtual academic community user interaction.

Keywords: virtual academic community user interaction behavior conversation analysis content analysis social network analysis